

Міністерство освіти і науки України
Державний Університет Телекомунікацій
Кафедра радіотехнологій

Лекція 2

з дисципліни: “Основи телебачення та телевізійні системи”

на тему: “Радіопередавальні пристрої ”

Доцент Пархоменко В.Л.

Київ-2014

Зміст

1.Радіопередавальні пристрої

- 1.1 Загальні відомості.
- 1.2. Основні функціональні вузли радіопередавача.
- 1.3. Класифікація радіопередавальних пристроїв.
- 1.4. Технічні показники радіопередавача.
- 1.5. Особливості підсилювачів потужності радіопередавальних пристроїв
- 1.6 Загальні відомості про генератор із зовнішнім збудженням і використовуваних активних елементах.
- 1.7. Принцип роботи генераторів з зовнішнім збудженням.
- 1.8. Генерування високочастотних коливань.

1.Радіопередавальні пристрої

1.1.Загальні відомості

Радіопередавальний пристрій - комплекс обладнання, призначений для формування і випромінювання радіосигналів.

Основними вузлами РПДП є генератор несучої частоти і модулятор. У сучасних системах зв'язку РПДП містить і інше устаткування, що забезпечує спільну роботу засобів зв'язку: джерела живлення, системи синхронізації, автоматичного управління, контролю і сигналізації, захисту і т.д.

Функції радіопередавального пристрою включають в себе перетворення енергії постійного струму джерел живлення в електромагнітні коливання та управління цими коливаннями.

Ці коливання за допомогою антени випромінюються в простір у вигляді радіохвиль.

У зв'язку зі зростанням числа радіостанцій і підвищенням вимог до якості передачі інформації електроакустичні і технічні показники радіопередавачів постійно удосконалюються.

1.2.Основні функціональні вузли радіопередавача

Схема і конструкція радіопередавача залежать від різних факторів: призначення, діапазону робочих частот, потужності і т.д. Проте можна виділити деякі типові блоки, які однак є в більшості передавачів.

Структура передавача (рис. 1) визначається його основними загальними функціональними можливостями, до яких відносяться:

- Отримання високочастотних коливань потрібної частоти і потужності;
- Модуляція високочастотних коливань переданим сигналом;
- Фільтрація гармонік та інших коливань, частоти яких виходять за межі необхідної смуги випромінювання і можуть створити перешкоди іншим радіостанціям;
- Випромінювання коливань через антену.

Функціональна схема радіопередавача

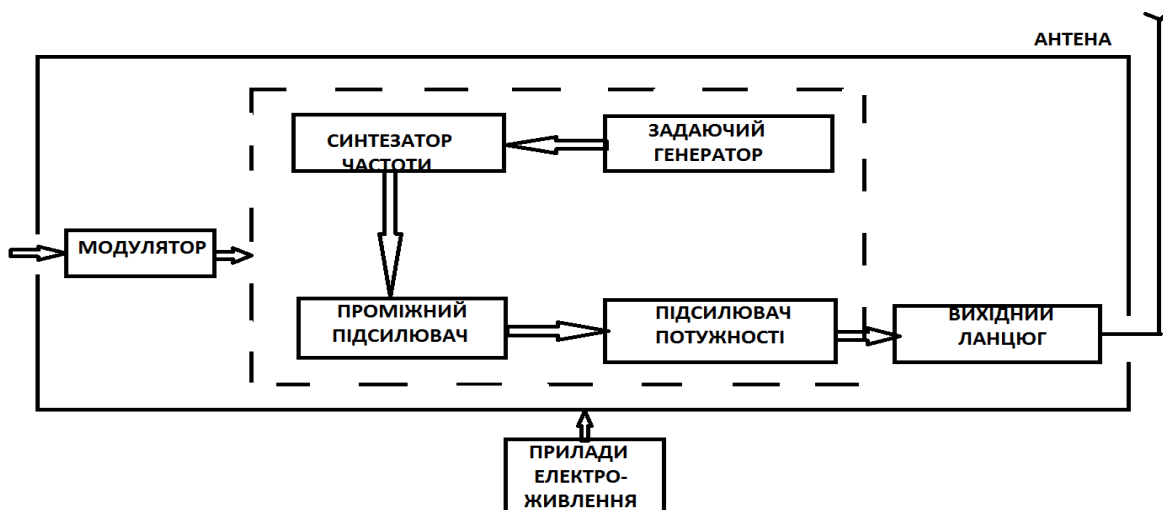


Рис.1

Модулятор служить для модуляції несучих високочастотних коливань передавача переданим сигналом. Для цього модулятор впливає залежно від особливостей передавача і виду модуляції (амплітудна, частотна, односмугова і ін.)

Синтезатор перетворює частоту коливань опорного генератора, яка зазвичай постійна, в будь-яку іншу частоту, яка в даний час необхідна для радіозв'язку або мовлення.

Завдяки проміжному підсилювача з досить великим коефіцієнтом підсилення від опорного генератора і синтезатора не вимагається значної потужності. Застосування проміжного підсилювача між синтезатором і потужним підсилювачем послаблює вплив на генератор і синтезатор можливих регулювань в потужних каскадах передавача і в антені.

Генератор високої частоти, часто званий задаючим або опорним генератором, служить для отримання високочастотних коливань, частота яких відповідає високим вимогам до точності і стабільності частоти радіопередавачів.

Підсилювач потужності (його називають генератором із зовнішнім збудженням) збільшує потужність радіосигналу до рівня, обумовленого вимогами системи радіозв'язку. Головним вимогам до підсилювача потужності є забезпечення їм високих економічних показників, зокрема ККД.

Пристрій електроживлення забезпечує підведення до всіх блоків струмів і напруг, необхідних для нормальної роботи входять до їх складу транзисторів, ламп та інших електронних елементів, а також систем автоматичного управління, пристроїв захисту від аварійних режимів та інших допоміжних ланцюгів і пристроїв.

Вихідний ланцюг служить для передачі посиленних коливань в антенну, для фільтрації високочастотних коливань і для узгодження виходу потужного крайового підсилювача з антеною, тобто для забезпечення умов максимальної передачі потужності.

1.3. Класифікація радіопередавальних пристроїв

- за призначенням - зв'язкові, радіомовні, телевізійні, радіолокаційні, радіонавігаційні, телеметричні і т.д.;
- за потужністю - малопотужні (до 100 Вт), середньої потужності (до 10 кВт), потужні (до 1000 кВт) і надпотужні (понад 1000 кВт);
- за родом роботи (виду випромінювання) - телеграфні, телефонні, однополосні, імпульсні і т.д. Види випромінювання позначаються трьома індексами: перший (літера) характеризує вид модуляції: А-амплітудна, F - частотна, Р-імпульсна; другий (цифра) визначає тип передачі: 0 - випромінювання немодульованої несучої, 1 - телеграфування без модулюючої звукової частоти, 2 - тональна телеграфія і т. д.; третій індекс (літера) визначає допоміжні характеристики;
- за способом транспортування - стаціонарні та рухомі (переносні, автомобільні, корабельні, літакові і т.д.).

1.4. Технічні показники радіопередавача

До основних показників радіопередавача відносяться: діапазон хвиль, потужність, коефіцієнт корисної дії, вид і якість переданих сигналів.

Відповідно до класифікації радіохвиль (див. Табл. 1.1) розрізняють передавачі кілометрових, гектометрових, декаметрових та інших хвиль. З цим розходженням пов'язані відповідні особливості конструкцій, так як в різних діапазонах різні конструкції коливальних контурів і типів підсилюючих елементів. Передавач може працювати на одній або декількох виділених для нього фіксованих хвилях, або він може налаштовуватись на будь-яку довжину хвилі в безперервному діапазоні хвиль.

Потужність передавача зазвичай визначається як максимальна потужність високочастотних коливань, що надходить в антену при відсутності модуляції і при безперервному випромінюванні. Однак цієї характеристики недостатньо для оцінки потужності радіопередавача. Справа в тому, що в техніці радіозв'язку часто доводиться мати справу з сигналами, напруга яких змінюється в дуже широких межах і в порівняно короткі проміжки часу може приймати значення, у кілька разів перевершують середній рівень.

Характерним прикладом подібного режиму може служити радіолокаційний передавач, що випромінює імпульси тривалістю близько 1

мікросекунди, розділені інтервалами близько 1 мілісекунди, тобто в 1000 разів більшої тривалості. Якби при проектуванні передавача розрахунок вівся на те, що в моменти цих викидів потужність випромінювання відповідала б номінальній, то фактична середня потужність випромінювання була б у багато разів менше. Передавач був би використаний значно слабкіше своїх можливостей, а при необхідності забезпечити більшу дальність радіозв'язку треба було б застосувати передавач значно більшої потужності.

У системах радіомовлення проміжки часу, в яких амплітуда коливань досягає максимальних значень, займають зазвичай більшу частину загального часу роботи передавача (приклад, 40 ... 20%), тривалість їх доходить до десятків мілісекунд, а в «цьому випадку описане тимчасове форсування передатчика можливо, хоча і в менших межах.

Відповідно до викладеного потужність передавача, крім цифри максимальної потужності, при безперервній роботі характеризують значеннями пікової потужності, яка може бути забезпечена протягом обмежених проміжків часу. Наприклад, якщо середня потужність передавача при безперервній роботі 100 кВт, то вона може доходити до 200 кВт, якщо тривалість імпульсів не перевищує інтервалів між ними.

Найважливішими показниками радіопередавача є стабільність випромінюваної їм частоти і рівень побічних випромінювань. Справа в тому, що якщо суворо дотримується привласнена даному передатчику частота сигналу, то налаштований на цю частоту приймач починає приймати сигнали, що передаються негайно після включення, не вимагаючи підстроювань; це сприяє зручності експлуатації і високої надійності радіозв'язку, а також полегшує автоматизацію обладнання. Крім того, частотні діапазони, використані для радіозв'язку і мовлення, переповнені сигналами одночасно працюючих радіостанцій, тому якщо частота передавача відрізняється від дозволеного значення, то вона може наблизитися до частоти іншого передавача, що викличе перешкоди прийому його сигналів.

За існуючим міжнародним нормам відхилення від номіналу частоти передавача для радіозв'язку на гектометрових хвилях не повинно перевищувати 0,005%; для радіомовних передатчиків відхилення частоти в цьому діапазоні не повинно перевищувати 10 Гц. На декаметрових хвилях допустима нестабільність частоти для передавачів потужністю більше 0,5 кВт дорівнює 15-10 "6, що відповідає в діапазоні 4 ... 30 МГц абсолютного відхилення частоти від 60 до 450 Гц. Деякі системи радіозв'язку за своїм принципом роботи вимагають, щоб стабільність частоти була значно кращою, ніж передбачається зазначеними нормами.

Побічними випромінюваннями радіопередавача називаються випромінювання на частотах, розташованих за межами смуги, яку займає передавальний радіосигнал. До побічних випромінювань відносяться гармонічні випромінювання передавача, паразитні випромінювання і шкідливі продукти взаємної модуляції.

Гармонійними випромінюваннями (гармоніками) передавача називаються випромінювання на частотах, в ціле число разів перевищують частоту переданого радіосигналу.

Паразитними випромінюваннями називаються виникаючі іноді в передавачах коливання, частоти яких ніяк не пов'язані з частотою радіосигналу або з частотами допоміжних коливань, використаних в процесі синтезу частот, модуляції та інших процесів обробки сигналу.

Відомо, що при дії в нелінійного ланцюга, наприклад, двох ЕРС з частотами f_1 і f_2 спектр струму містить, крім складових з цими частотами і їх гармонік, також складові з частотами виду $mf_1 \pm nf_2$, де m, n - цілі числа. Це явище і лежить в основі взаємної модуляції; воно обумовлено наявністю в передатчику елементів, що володіють нелінійними характеристиками, головним чином транзисторів або електронних ламп.

Інтенсивність побічних випромінювань характеризується потужністю відповідних коливань в антені передавача. Наприклад, за чинним міжнародним нормам радіопередавачі на частотах до 30 МГц повинні мати потужність побічних випромінювання не менше ніж в 10 000 разів (на 40 дБ) нижче потужності основного випромінювання і не більше 50 мВт.

Показники, що визначають якість передачі мовного сигналу(електроакустичні показники), в принципі не відрізняються від аналогічних параметрів електричного каналу мовлення, що природньо, оскільки передавач є частиною каналу - трактом вторинного розподілу.

Деяка відмінність полягає лише в тому, що ці показники нормуються і вимірюються щодо рівня сигналу, відповідного до певного коефіцієнту модуляції сигналом частотою 1000 Гц.

Для допустимого відхилення амплітудно-частотної характеристики цей коефіцієнт дорівнює 50%.

Коефіцієнт гармонік визначається при коефіцієнті модуляції 50, 90, а також 10%, що обумовлено наявністю в модуляторі передавача специфічних викривлень виду двостороннього обмеження, помітних при великому коефіцієнті модуляції, виду «центральної відсічення», помітних при малому коефіцієнті модуляції. Захищеність від інтегральної перешкоди і від психофотричного шуму вимірюється щодо рівня модулюючого сигналу, відповідного 100%-ї модуляції. Експлуатаційний персонал часто вживає термін «рівень шумів», який оцінюється в децибелах щодо рівня модулюючого сигналу з частотою 1000 Гц, відповідного коефіцієнту модуляції 100%. Чисельно він дорівнює величині захищеності від інтегральної перешкоди, взятої зі знаком «мінус».

1.5. Особливості підсилювачів потужності радіопередавальних пристроїв

Підсилювачі потужності в техніці радіопередавальних пристроїв прийнято називати генераторами із зовнішнім збудженням. Отже, **генератор із зовнішнім збудженням (ГЗЗ)** - пристрій, що перетворює енергію джерела постійного струму в енергію струму високої частоти. В якості підсилювального приладу ГЗЗ в сучасних радіопередавачах використовуються електровакуумні лампи, біполярні та польові транзистори, діоди Ганна, лавинно-пролітні діоди (ЛПД), магнетрони та ін.

1.6. Загальні відомості про генератор із зовнішнім збудженням і використовуваних активних елементах

Найпоширенішим каскадом сучасних радіопередавачів є генератор із зовнішнім збудженням. До його складу входять активний елемент (АЕ), навантаження, ланцюги живлення і зсуву АЕ і ланцюг збудження, по якому на вхід АЕ подається радіочастотний сигнал від збудника. В якості збудника виступає попередній каскад передавача. Ланцюга збудження і зміщення утворюють вхідний ланцюг АЕ, який повинен вирішувати також завдання вхідного ланцюга узгодження. В свою чергу ланцюг живлення і навантаження утворюють вихідний ланцюг АЕ, що виконує функції вихідного узгоджувального ланцюга.

Нагадаємо, що ланцюги узгодження служать, по-перше, для трансформації (погодження) опорів; по-друге, для формування спільно з ланцюгами живлення і усунення необхідної форми струмів і напруг, що забезпечують необхідний режим роботи ГЗЗ, і, в третіх, для фільтрації вищих гармонік. Узагальнена структурна схема ГЗЗ зображена на рис.2

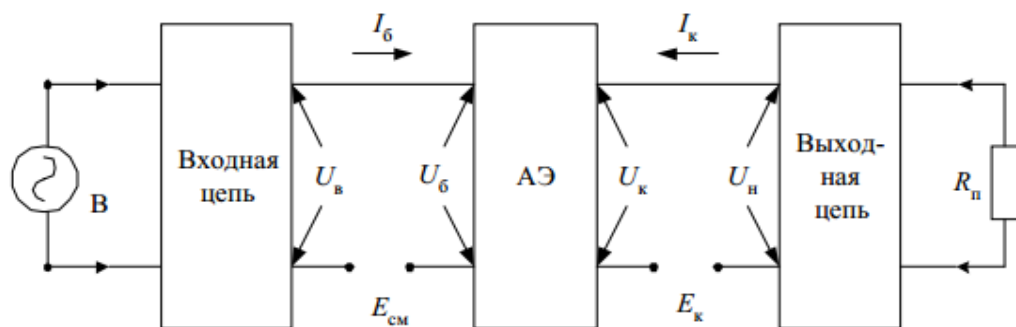


Рис.2

Вихідний ланцюг узгодження трансформує вхідний опір АЕ в опір, рівний внутрішньому опору R і збуджувача (В), а вихідний ланцюг

узгодження - опір споживача R_p (вхідний опір наступного каскаду, антени) в оптимальне опір навантаження АЕ.

В передавачах ГЗЗ можуть виконувати три різні функції: посилювати радіочастотні коливання (підсилювачі), підвищувати частоту цих коливань в ціле число раз і змінювати амплітуду коливань радіочастоти за законом НЧ-сигналу повідомлення (амплітудні модулятори).

В якості АЕ в ГЗЗ використовуються електровакуумні лампи, біполярні і польові транзистори.

Найпростіша схема ГЗЗ на транзисторі приведена на рис.3

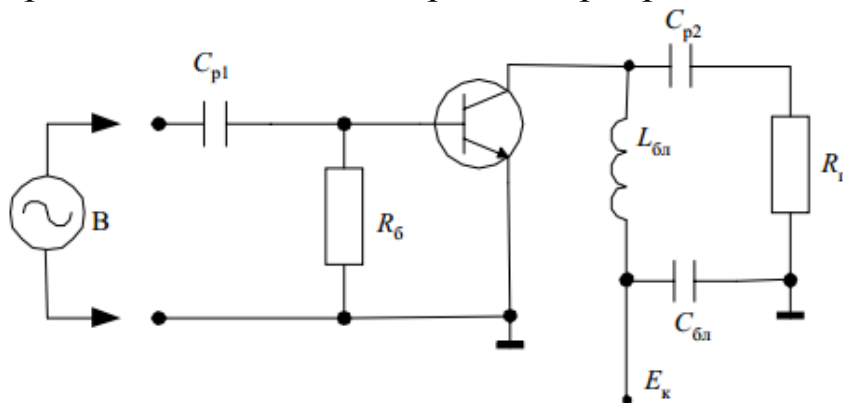


Рис.3

Вхідний ланцюг містить розділовий конденсатор C_{p1} і резистор $R_{б}$, який слугує для замикання постійної складової струму бази. Колекторний ланцюг транзистора живиться від джерела з напругою E_k . Вихідний ланцюг має розділяючий конденсатор C_{p2} і ланцюг живлення, яка складається з блокуючи елементів $L_{бл}$, $C_{бл}$, перешкоджають замикання змінної складової колекторного струму через джерело.

ГЗЗ в передатчиках використовують схеми включення транзисторів або зі спільним емітером (СЕ), або ж зі спільною базою (СБ).

1.7. Принцип роботи генераторів з зовнішнім збудженням

Розглянемо генератор із зовнішнім збудженням, зображений на рис. 4. В якості навантаження використовується коливальний контур. Статична стокозатвірна характеристика та побудова, що пояснюють процеси в генераторі показані на рис.4 та рис.5.

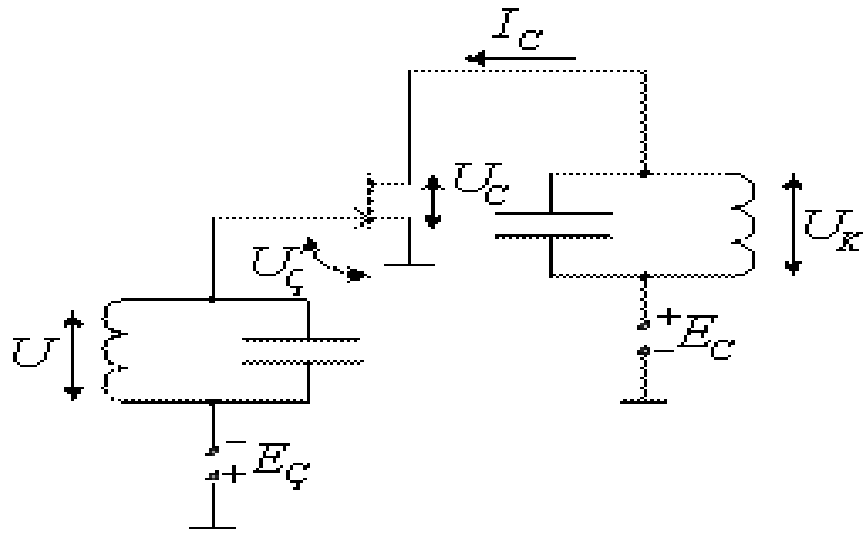


Рис .4 Генератор з зовнішнім збудженням

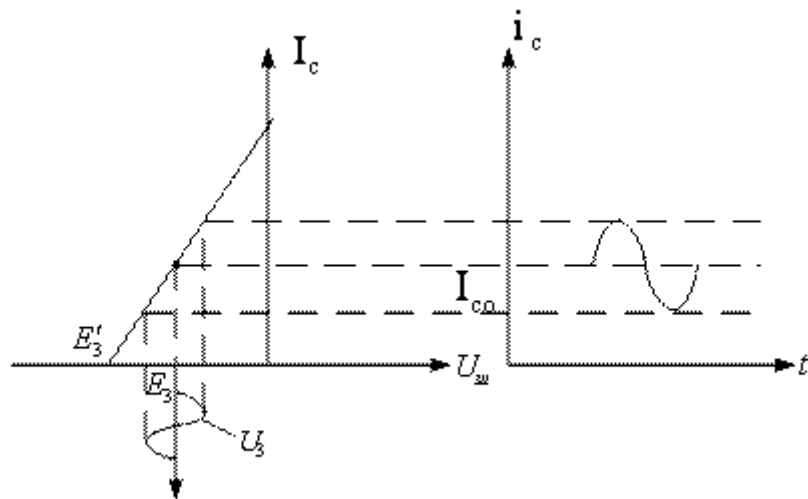


Рис.5

Пояснення до роботи генератора

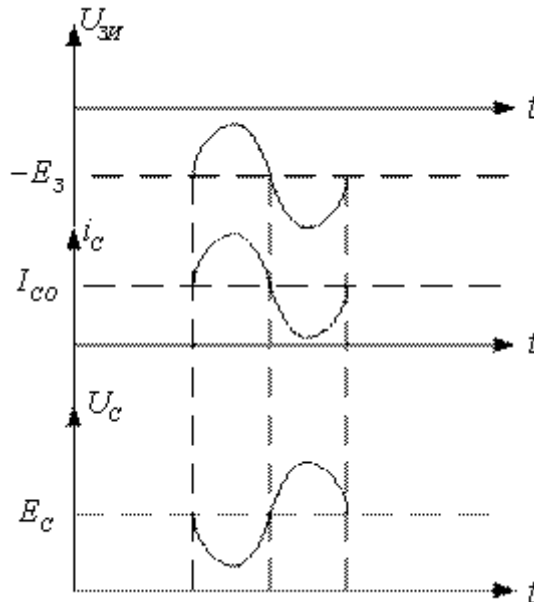


Рис.6 Часові залежності процесів в генераторі

Очевидні наступні співвідношення для генератора:

$$U_3 = E_3 + U_3 \cos wt;$$

$$i_c = I_{co} + I_1 \cos wt.$$

Амплітуда на контурі :

$$U_k = I_1 \cdot Z_p$$

Напруга на стоці:

$$U_c = E_c - U_k \cos wt$$

Основне рівняння транзисторів $i_c = (U_3 + E'_3)$. Звідки $I_{co} = S(E_3 + E'_3)$ і

$$I_{c1} = S U_3$$

Залежно від співвідношення величин E_3 , і U_3 розрізняють два режими роботи транзистора в генераторах:

- Режим коливань 1-го роду;
- Режим коливань 2-го роду.

Розглянемо докладніше ці режими.

Режим коливань 1-го роду. Цей режим без відсічення струму стоку, тобто робота на лінійній ділянці стокозатворної характеристики.

При цьому необхідно дотримуватися умови $I_{c1} \leq I_{co}$, але щоб струм відтоку був, то необхідно $E_c - U_k \cos wt \geq 0$. Із цієї умови можна зробити висновок

$$\xi = \frac{E_k}{E_c} \leq 1.$$

Співвідношення називається коефіцієнтом використання ерс джерела.

Знайдемо коефіцієнт корисної дії генератора $r = \frac{P_1}{P_0}$, де P_1 - потужність, що виділяється в контурі (корисна потужність); P_0 - потужність, споживана від джерела.

Підставимо значення цих потужностей в формулу, визначаючи, що $P_1 = I_{c0} \cdot E_c$ и $P_0 = \frac{1}{2} I_{c1} \cdot U_k$

$$r = \frac{\frac{1}{2} I_{c1} \cdot U_k}{I_{c0} \cdot E_c} .$$

Враховуючи граничне значення співвідношень, отримаємо :

$$r_{max} = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1 = 0,5.$$

В низькому значенні ККД основний недолік роботи генератора в режимі коливаний 1-го роду.

Режим коливаний 2-го роду. Ідеалізована стокзатворна характеристика польового транзистора і відповідні побудови представлені на рис.7.

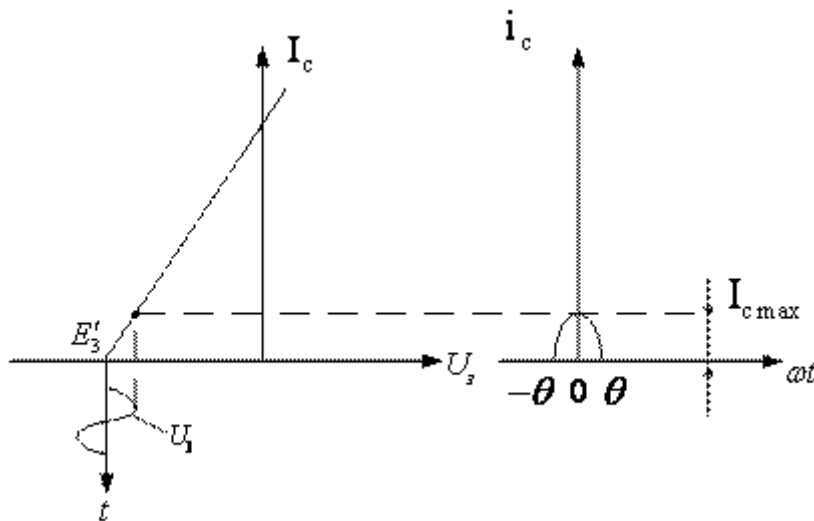


Рис.7 Робота транзистора в режимі коливаний 2-го роду:
 θ - Кут відсічення струму стоку

Робота транзистора в режимі коливаний 2-го роду підрозділяється ще на три режими:

- Недонапруга;
- Критичний;
- Перенапружений.

Перший з названих - це робота без вихідного струму транзистора, т. е. Коли $I_3 = 0$, Перенапружений - режим роботи з вхідним струмом, т. е. $I_3 > 0$

Критичний режим - щось середнє між названими режимами.

Для аналізу особливостей режиму коливаний 2-го роду виконаємо гармонійний аналіз струму стоку.

Скористаємося основним рівнянням транзистора:

$$i_c = S(U_3 + E'_3) = S(U_3 + E'_3 + U_3 \cos wt).$$

З метою отримання зручного для аналізу виразу проведемо наступні перетворення. Відповідно до рис. 3.4 при $\omega t = Q, i_c = Q$, тому $Q = S(U_3 + E_3' + U_3 \cos Q)$. $i_c = SU_3(\cos \omega t - \cos Q)$. Далі при $\omega t = 0, i_c = I_{max}$.

Тоді $I_{c\ max} = SU_3(1 - \cos Q)$

$$i_c = I_{max} \frac{\cos \omega t - \cos Q}{1 - \cos Q}$$

Тепер знайдемо кут відсічки θ :

$$\cos Q = -\frac{E_3 + E_3'}{U_3}$$

В отриманому виразі зміщення E_3 і потенціал затирання транзистора E_3' необхідно підставляти з урахуванням знака.

З метою гармонійного аналізу розкладемо вираз i_c в ряд Фур'є:

$$I_{c0} = \frac{1}{\pi} \int_0^\theta i_c d\omega t; I_{c1} = \frac{2}{\pi} \int_0^\theta i_c \cdot \cos \omega t d\omega t; I_{cn} = \frac{2}{\pi} \int_0^\theta i_c \cos n\omega t d\omega t,$$

де I_{c0} - постійна складова струму; I_{cn} - амплітуди змінних складових, де $n = 1, 2, 3 \dots$

Введемо поняття коефіцієнта розкладання (коефіцієнти Берга)

$$\alpha_n(Q) = \frac{I_{cn}}{I_{c\ max}}$$

Оптимальний кут відсічення для отримання максимальної амплітуди n-й гармоніки обчислюється за формулою

$$\theta_{c\ opt} = \frac{120^\circ}{n}$$

Залежність коефіцієнтів Берга від кута відсічення представлені на рис.8.

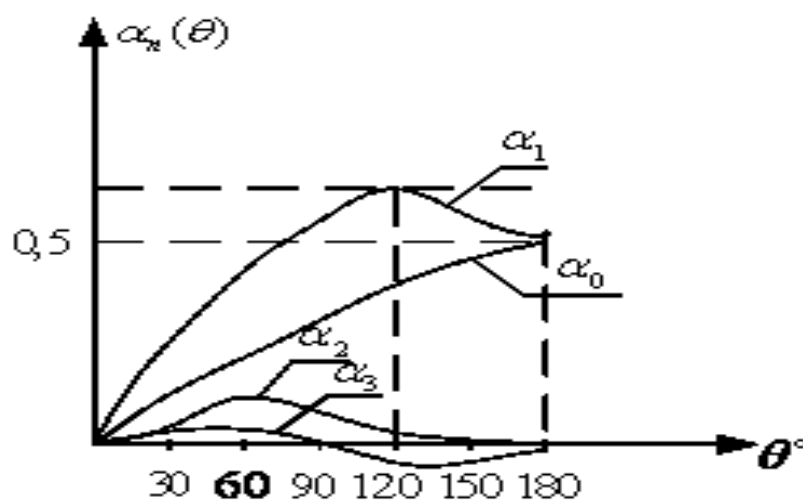


Рис.8 Залежність коефіцієнтів Берга від вузла відсічки

Розглянемо енергетичні відносини в режимі коливань 2-го роду.

$P_1 = \frac{1}{2} I_{c1} \cdot U_k$ - корисна потужність в загрузці

$P_0 = I_{c0} \cdot E_k$ - споживана потужність від джерела

Коефіцієнт корисної дії: $\eta = \frac{P_1}{P_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{I_{c1}}{I_{c0}} \cdot \frac{U_k}{E_c}$

$$\frac{I_{c1}}{I_{c0}} = \frac{\alpha_1 \cdot I_{c \max}}{\alpha_0 \cdot I_{c \max}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 1 \div 2$$

$$\frac{U_k}{E_c} = 0,7 \div 1,05; \text{поэтому } \eta = 0,6 \div 0,8$$

Як бачимо, коефіцієнт корисної дії в режимі коливань 2-го роду значно більше такого в режимі коливань 1-го роду.

В цьому велика вигода використання такого режиму в генераторах.

1.8. Генерування високочастотних коливань

Розглянутий вище генератор вимагає для своєї роботи зовнішнє збудження.

Разом з тим існує клас коливань, виникнення яких не пов'язане з будь-яким зовнішнім впливом. Вони з'являються як би самі собою в спеціальних пристроях, мають цілком певну форму, параметри, свої особливості. Зрозуміло, з нічого ці коливання з'явитися не можуть. Для їх виникнення необхідні певні умови, причини; про них будемо говорити пізніше. Зараз же звернемо увагу на те, що коливання формуються самостійно, без стороннього впливу. Такі коливання називаються автоколиваннями, а пристрої, їх породжуваною, - автогенераторами, які надалі будемо називати просто генераторами.

Визначимо ті передумови, які необхідні для самовільного виникнення автоколивань. Для цього звернемося до звичайного паралельного коливального LC-контурі. Якщо контур піддати короткочасному впливу (наприклад, імпульсного), у ньому виникнуть електричні коливання, змінні за синусоїдальним законом. З електротехніки відомо, що коливальний процес в контурі не може тривати нескінченно довго, рано чи пізно він згасне. Причина загасання теж відома: через втрати в контурі енергія коливання неперервно зменшується, розсіюється. Зрештою коливання зменшиться до нуля.

Значить, для того щоб коливання не зникло, необхідно постійно поповнювати розсіювальну енергію. Оскільки в контурі відсутнє джерело енергії, доведеться це робити за рахунок зовнішнього джерела. В якості нього можна взяти джерело постійної напруги або струму.

Звернемося до схеми рис.9. Якщо за відсутності LC-контурі коливання, ключ перевести в положення 2, конденсатор С зарядиться до напруги джерела Е, отримавши деяку кількість енергії. При перекладі ключа в положення 1 в контурі виникнуть вільні коливання. Щоб коливання не загасали), будемо періодично в такт з коливальним процесом підключати конденсатор С до джерела Е. В результаті конденсатор буде постійно порціями підзаряджатися

від джерела, поповнюючи свою енергію. За рахунок цього коливання в контурі стануть незатухаючими.

Для підтримки в контурі коливань необхідно синхронне з ними перемикання ключа К. Для цього необхідна ланцюг управління (ланцюг зворотного зв'язку), що передає відповідні команди на перемикання. Очевидно, джерелом команд повинен бути сам контур, який визначає періодичність коливань з частотою $\omega_0 = 1 / \sqrt{LC}$.

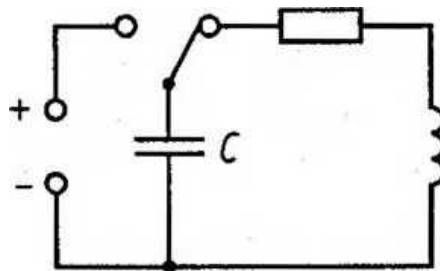


Рис.9 Коливання в LC-контурі

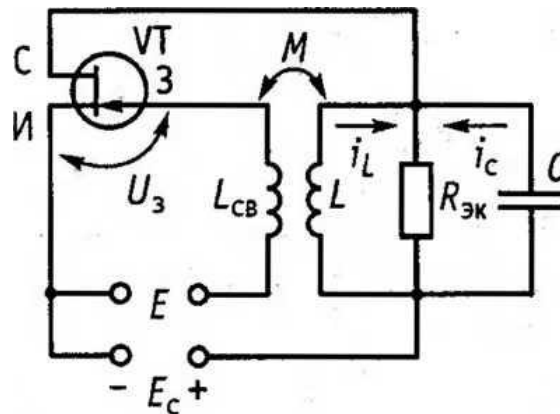


Рис. 10 Принципова схема автогенератора

Розглянута найпростіша схема може вважатися моделлю автогенератора гармонійних коливань. Практична реалізація цієї моделі представлена схемою на рис. 2.8. Частотнозадаючою ланкою є LC-контур, джерелом енергії - джерело постійної напруги E_c , включений в ланцюг стоку польового транзистора УТ. Роль ключа К виконує затвір транзистора. Напруга U_3 на затворі управляє струмом стоку I . Змінна складова цього струму поповнює енергію контуру. Зворотній зв'язок забезпечується котушкою зв'язку Цв, індуктивнозв'язаною з котушкою контуру. Ступінь зворотнього зв'язку

визначається коефіцієнтом взаємоіндукції M . Транзистор не тільки виконує функцію ключа K , а й «допомагає» зворотньому зв'язку, забезпечуючи за рахунок свого посилення надходження в контур необхідних порцій енергії. Додаткове джерело E в ланцюзі затвору відіграє допоміжну роль, встановлення, як побачимо далі, необхідний режим роботи транзистора.

Таким чином, всі необхідні для генерації елементи, визначені моделлю генератора (див рис.10) Знаходимо в принциповій схемі рис.10. Однак для генерації коливань необхідно ще виконати певні умови, які потрібні, по-перше, для появи коливань (і, по-друге, для підтримання виникли коливань з певною амплітудою і частотою (баланс амплітуд).

Спочатку розглянемо фізичну картину самозбудження.

У генераторі, як і в будь-якій схемі і ланцюги, коливання з нічого з'явитися не можуть. Необхідний якийсь поштовх зсередини або ззовні. Таким внутрішнім поштовхом можуть бути флуктуації напруги або струму, викликані тепловим рухом носіїв зарядів (електронів). Ці флуктуації дуже малі по інтенсивності, але при певних умовах можуть стати джерелом впорядкованих коливань.

Розглянемо більш просту ситуацію, пов'язану з появою струму в момент включення джерела напруги E_c . При появі струму стоку / конденсатор контуру C зарядиться і в контурі почнуться вільні затухаючі коливання. Змінний струм, який проходить по котушці за рахунок взаємоіндукції викликає появу змінної напруги U_3 на котушці зв'язку C_2 . Це напруга, прикладена до затвора, викликає пульсацію струму стоку. У ньому є змінна складова, яка створює на контурі змінне напруга U_K . Фактично напруга $1 / k$ є посиленням транзистором змінною напругою затвора. Частота напруги на затворі дорівнює частоті власних коливань контуру. Отже, і змінна складова струму стоку має ту ж частоту. Тому в контурі автоматично завжди буде резонанс струмів і LC-контур для змінної складової струму стоку представляє великий резистивний опір ЯЕК.

Для самозбудження зворотній зв'язок повинен бути досить великою, інакше змінну напругу на затворі викличе дуже малу змінну складову струму стоку, енергія якої виявиться недостатньою для компенсації втрат в контурі.

В принципі генератор схожий на підсилювач. Коливання, виникнені в контурі, за допомогою зворотного зв'язку подаються на вхід підсилюючого елемента (в даному випадку транзистора), посилюються їм і виділяються на контурі, далі знову надходять на вхід транзистора, знову посилюються і т.д. Амплітуда коливань зростає і доходить до певної межі. По суті генератор є підсилювачем власних коливань контуру. З цієї причини (якщо виконуються умови самозбудження) будь підсилювач може перетворитися в генератор. Наприклад, мікрофонний підсилювач стає генератором звукових коливань, якщо через невдалу акустику приміщення чи поганий екранування ланцюгів виникають канали акустичної або електричної зворотного зв'язку, що

призводять до самозбудження підсилювача. В даному випадку зворотний зв'язок відіграє шкідливу роль.

Список літератури

1.Основна

1. Телебачення / Під ред. В.Е. Джаконії. – М.: Радіо та зв'язок, 1986.
2. Домбругов Р.М. Телебачення. – Київ : Вища школа, 1988.
3. Проектування та технічна експлуатація телевізійної апаратури / Під ред. С.В. Новаковського. – М : Радіо та зв'язок, 1989.
4. Ю.Б. Зубарьов, Г.Л. Глоріозов. Передача зображень – М. : Радіо та зв'язок, 1989.
5. А.В. Виходець, В.І. Коваленко, М.Т. Кохно – Звукове та телевізійне мовлення; - М. : Радіо та зв'язок, 1987.
6. Цифрове телебачення / Під ред. М.І. Кривошеєва. - М. : Радіо та зв'язок, 1980.
7. Певзнер Б.М. Якість кольорових ТВ зображень : видання друге ; М. : Радіо та зв'язок, 1988.
8. Радіорелейні та супутникові системи передачі : Підручник для вузів / Під ред. А.С. Немировського. - М. : Радіо та зв'язок, 1986. – 392 с
9. Системи радіозв'язку : Підручник для вузів / Під ред Л.Я. Калашникова - М. : Радіо та зв'язок, 1987. – 352 с
10. Посібник по радіорелейному зв'язку / Під ред С.В. Бородича - М. : Радіо та зв'язок, 1981. – 416 с
11. Супутниковий зв'язок та мовлення. Посібник / Під ред. Л.Я. Кантора - М. : Радіо та зв'язок, 1988. – 344 с
12. Системи космічного зв'язку. Посібник під ред. Б.В. Одинцова, Е. А. Сукачова; Одеса 1989.
13. Сучасні системи радіозв'язку в прикладах та задачах. Посібник під ред. Б.В. Одинцова, Е. А. Сукачова; Одеса 1990.
14. Мамчев Г.В. «Основы радиосвязи и телевидения», 2007 год;
15. Джакония В.Е., Гоголь В.А., Друзин Я.В. «Телевидение (4-е издание), 2007
16. Локшин Б.А. «Телевизионное вещание. От студии к телезрителю», 2001
17. Кириллов В.И., Ткаченко А.П. «Телевидение и передача изображения», 1988
18. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. «Основы цветного телевидения», 1982
19. Ельяшкевич С.А., Юкер А.М. «Усовершенствование телевизоров ЗУСЦТ и 4УСЦТ», 1994
20. Быков Р.Е., Сигалов В.М., Эйсенгардт Г.А. «Телевидение», 1988
21. Ельяшкевич С.А. «Справочное пособие. Цветные телевизоры ЗУСЦТ», 1990

- 22.Зубарев Е.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. «Цифровое телевизионное вещание. Основы и методы», 2001
- 23.Корытов В.И «Телевизоры ЗУСЦТ. Ремонт и настройка», 1999
- 24.Смирнов А.В. «Основы цифрового телевиденья», 2001
- 25.Ельяшкевич С.А., Песков А.Е. «Телевизоры ЗУСЦТ, 4УСЦТ, 5УСЦТ. Устройство, регулировки, ремонт»
- 26.Шумихин Ю.А. «Телевизионный сигнал», 1968
- 27.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 1 Принципи радіозв'язку, 2014
- 28.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 2 Радіопередавальні пристрої, 2014
- 29.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 3 Радиоприймніе устройства, 2014
- 30.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 4 Физические основы телевидения, 2014
- 31.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 5 Основные принципы функционирования телевизионных систем, 2014
- 32.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 6 Формирование телевизионного сигнала, 2014
- 33.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 7 Конструктивні особливості телевізійної апаратури, 2014
- 34.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 8 Особенности построения телевизионных систем, 2014
- 35.Пархоменко В.Л. Лекція, Практичне і Лабораторне заняття 9 Сети телевизионного вещания, 2014

2.Додаткова

1. Мордуховіч Л.Г., Степанов А.П. Системи радіозв'язку. Курсове проектування. - М. : Радіо та зв'язок , 1987. – 192 с
2. Спілкер Дж. Цифровий супутниковий зв'язок / пер. з англ. ; Під ред. В.В. Маркова - М. : Зв'язок , 1979. – 592 с
3. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Цифрові системи радіозв'язку : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1988. – 56 с.
4. Одинцов Б.В., Сукачьев Е.А. , Гуцаюк А.К. Космічний зв'язок : Навчальний посібник / ОЕІС ім. А.С. Попова – Одеса , 1989. – 56 с.
5. Новаковський С.В. Колір в кольоровому телебаченні - М. : Радіо та зв'язок, 1988.
6. Кривошеев М.І.Основи телевізійних вимірювань. : видання 3 – е. - М. : Радіо та зв'язок , 1989.
7. ГОСТ 7845 – 79. Система мовленнєвого телебачення. Основні параметри , методи вимірювань.

8. Прийом телебачення та радіомовлення з супутників / Д.Ю. Бем , М.Є. Ільченко , А.П. Житков, Л.Г. Гассанов. – К.: Техніка , 1992. – 176 с.
9. Довідник. Індивідуальні відео – засоби. С.А. Сєдов – Київ 1990.
10. В.Бондарьов , Г.Трьостер , В. Чернега. Цифрова обробка сигналів : методи та засоби. Навчальний посібник для вузів. Харків 2001.